60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019
kategória D – domáce kolo
Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Követési távolság

A biztonságos közlekedés egy fontos szabálya a követési távolság betartása. Minden autó számára megszívlelendő az ún. „2 másodperc távolság“, azaz akkora távolságot kell tartani az előttünk haladótól, amelyet 2 s alatt befutunk. Ebbe beletartozik a reakcióidő (kb. 0,5 s – 1 s –ig terjedő idő) és a fékezés ideje, amely viszont az időjárási viszonyoktól, az úttest, valamint a gumiabroncsok állapotától függ. A következő feladatban arról a minimális követési távolságról lesz szó, amelynél még megelőzhető egy vészfékezésnél a baleset.

A vízszintes, egyenes autópályán két autó halad ugyanakkora v sebességgel, úgy, hogy az első autó hátulja és a második autó eleje közötti távolság d. Az elöl haladó A autó legfeljebb $F_A = f_A F_{GA}$, a mögötte haladó B autó pedig $F_B = f_B F_{GB}$ fékezőerőt képes kifejteni, ahol F_{GA} és F_{GB} az autók súlyát jelentik, f_A és f_B pedig a tapadási együtthatók. Az elöl haladó A autó vezetője egy váratlan akadályt észlel és teljes erőből fékezni kezd, fékezése egészen megállásig tart. A B autó vezetője természetesen ugyancsak fékezni kezd. de csak Δt idővel később (reakcióidő). Az ő lassulása is egészen a megállásig tart.

a) Határozza meg a járművek a_A ill. a_B lassulását!

b) Határozza meg a d_{2s} távolságot („2 másodperc távolság”) $v_1 = 90\ km/h$ és $v_2 = 130\ km/h$ haladási sebesség mellett!

c) Tételezzük fel, hogy a B autó vezetőjének reakcióideje $\Delta t = 0,7\ s$. Vázolja fel az autó helyzetét $t = 0\ s$ pillanatban (az a pillanat, amikor az A autó lassulni kezd). Rajzolja meg egy ábrában a járművek út – idő grafikonjait (x_A és x_B mennyiségek az idő függvényében)! A $t = 0\ s$ pillanatban legyen $x_B = 0\ m$! Rajzolja meg továbbá az autók sebesség – idő grafikonjait (v_A és v_B mennyiségek az idő függvényében)!

   A grafikonokat a következő három változatra készítse el:

   I. $f_A = 0,90;\ f_B = 0,80$ (száraz beton); $v = 130\ km/h$; $d = d_{2s}$

   II. $f_A = 0,90;\ f_B = 0,60$ (száraz beton); $v = 130\ km/h$; $d = 35\ m$

   III. $f_A = 0,40;\ f_B = 0,30$ (nedves aszfalt); $v = 90\ km/h$; $d = d_{2s}$

d) Mit mutatnak a grafikonok, elkerülhető az ütközés az egyes esetekben? Ha bekövetkezik az ütközés, a grafikonokból a lehető legpontosabban határozza meg az ütközés t_z idejét! Számítással határozza meg az autók Δv sebesség-különbségét az ütközés pillanatában, majd hasonlítsa össze ezt az értéket a grafikonról leolvasható értékkel!

A nehézségi gyorsulás értéke $g = 9,8\ ms^{-2}$. A légellenállást ne vegye figyelembe!

2. Érmék az asztalon

A mozgásállapot megváltozásának kiváltó oka a testek kölcsönhatása, az ezt leíró fizikai mennyiség pedig az erő. A kölcsönhatásnak kettős következménye van – egyrészt mozgást befolyásoló, amely a testnek gyorsulást biztosít, másrészt deformáló, rugalmas vagy rugalmatlan deformációt okozó, esetleg roncsoló.

a) Soroljon fel legalább öt, testek ütközésére vonatkozó példát, a mikro-, makro- ill. mega-világból! Ezek alapján mit tudna mondani a testek ill. részecskék ütközésének következményeiről? Néhány diák egy egyszerű kísérletet állított össze az ütközések vizsgálatára. A kísérlethez egy sima, $2d = 80\ cm$ oldalú vízszintes, négyzet alakú táblát, valamint érméket használtak; 2 db húszcentest, 2 db egyeuróst, 2 db kéteuróst.

b) Járjanak utána az érmék paramétereinek (tömeg, átmérő, magasság)!

Több kísérletet is végeztek (lásd c) feladat); a tábla közepébe mindig egy egyeurós A érmét tettek. A tábla oldalának közepéből először egy B érmét lőttek neki úgy, hogy éppen a közepén találták el. Ezután a kísérletet megismételték a B, C, D érmékkel. A súrlódási együttható minden esetben $f=0,15$.

c) Készítsen a kísérletről vázlatot, és vezesse le a rugalmas centrális ütközésre vonatkozó összefüggéseket! Az érmék ütközését tekintse tökéletesen rugalmasnak! Ezután vizsgálja a következő eseteket:

- c1) Határozza a B érme v_{01} kezdősebességét, ha az A érmével való ütközése után úgy ért vissza az indítási helyére, hogy ott éppen megállt. Melyik lehetett ez a B érme? Határozza meg továbbá, hogy az A érme a táblán marad vagy leesik róla? Ha a táblán marad, mekkora d_1 távolságban áll meg a tábla közepétől? Ha leesik a tábláról, akkor mekkora v_{A1} sebességgel hagyja azt el?
- c2) Mekkora legyen a B érme v_{02} kezdősebessége, hogy az ütközést követően A érme éppen a tábla szélén álljon meg? Ebben az esetben a B érme mekkora d_2 távolságban áll meg a tábla közepétől?
- c3) Mekkora legyen a C érme v_{03} kezdősebessége, hogy a C érme az ütközést követően a tábla közepén, az A érme pedig a tábla szélén álljon meg? Melyik a C érme?
- c4) Mekkora legyen a D érme v_{04} kezdősebessége, hogy az ütközést követően éppen a tábla túlsó oldalának közepén álljon meg? Melyik a D érme? Mekkora v_{A2} sebességgel hagyja el a táblát az A érme?

Az érméket tekintse tömegpontoknak! A nehézségi gyorsulás értéke $g = 9,8\ ms^{-2}$.

3. Ferde hajítás

Két fiú egy kísérlettel szerette volna igazolni a ferde hajításról szerzett ismereteit. András a panelház előtti vízszintes járdán állt, Bence pedig a 2. emeleti erkélyen, $d = 15\ m$ vízszintes távolságban Andrástól, $h = 5{,}0\ m$ magasan a járda szintje fölött. András úgy hajított el ferdén egy labdát, hogy a labda a panelházzal párhuzamos síkban mozgott és közvetlenül Bence előtt haladt el. Bence $t_1 = 2{,}1\ s$ időt mért a labda elhajításától addig, míg elhaladt mellette a labda.

a) Készítsen vázlatot és írja fel a ferde hajításra vonatkozó összefüggéseket!

b) Határozza meg a labda járda feletti maximális H magasságát, valamint döntse el, hogy a labda felszálló vagy leszálló ágban volt-e, amikor elhaladt Bence mellett!

c) Mekkora v_0 kezdősebességgel dobta el András a labdát?

d) Mekkora α szög alatt hajította el András a labdát?

e) Andrástól mekkora D távolságban esett le a labda a járdára?

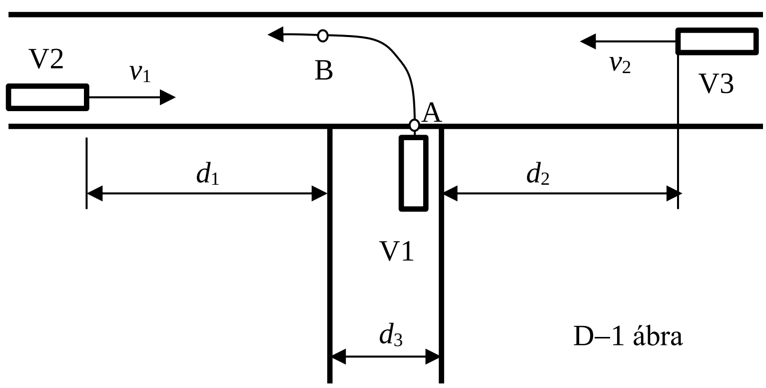
A feladatot általánosan, majd a megadott értékekre oldja meg: a nehézségi gyorsulás $g = 9{,}8\ ms^{-2}$.

A légellenállást valamint a fiúk testmagasságát ne vegye figyelembe!

4. Útkereszteződés

Korunk zsúfolt autóútjain gyakran okoz problémát a mellékútról főútra hajtani, kiváltképpen ha a főúton folyamatos a forgalom. Ilyenkor csak a rutinos vezető képes felmérni a jobbról és balról érkező autók távolságát, és eldönteni, mikor tud biztonságosan behajtani a kereszteződésbe.

Tételezze fel, hogy az l = 4,3 m hosszú V1 autó a d_3 = 11 m széles mellékút A pontjából Δt = 2,0 s alatt érkezik abba a B pontba, amely a mellékút bal szélének vonalában van (D–1 ábra). A továbbiakban V1 autó a lehető legintenzívebb a_m gyorsítással v_m = 50 km/h–ra növeli a sebességét. V1 autó a_m gyorsulásáról azt tudjuk, hogy álló helyzetből v_m= 100 km/h–ra d_m = 125 m–es úton képes felgyorsulni. A főúton haladó V2 és V3 gépkocsik $v_1 = v_2$ = 50 km/h sebességgel egyenletesen haladnak.



D–1 ábra

a) Határozza meg a V1 autó a_m maximális gyorsulását!

b) Határozza meg a V1 autó v_{B1} sebességét a B pontban, ha álló helyzetből indulva állandó tangenciális gyorsulással t_1 = 4,5 s alatt futja be az s_1 = 13 m hosszú körívet.

c) Határozza meg, hogy a V1 autó nem csúszik-e meg, miközben kihajt a főútra. A gumiabroncs és az úttest közötti súrlódási együttható f_1 = 0,80. Tételezze fel, hogy az autó súlya egyenletesen oszlik el a kerekeken, és a gépkocsi fronthajtású.

d) Határozza meg azt a legrövidebb t_2 időt, amely alatt V1 autó eljuthat A-ból B-be, úgy, hogy annak ellenére se csússzon meg, hogy az úttest nedves (f_2 = 0,25). Mekkora v_{B2} sebességet ér el az autó ebben az esetben?

V1 autó kereszteződésbe hajtását akkor tekintjük biztonságosnak, ha abban a pillanatban, amikor B-be érkezik, a V2 autó d_1 távolsága a kereszteződéstől legalább d_4 = 10 m és egyidejűleg a V1 autó hátulja és a V3 autó eleje közötti távolság legalább d_4 = 10 m.

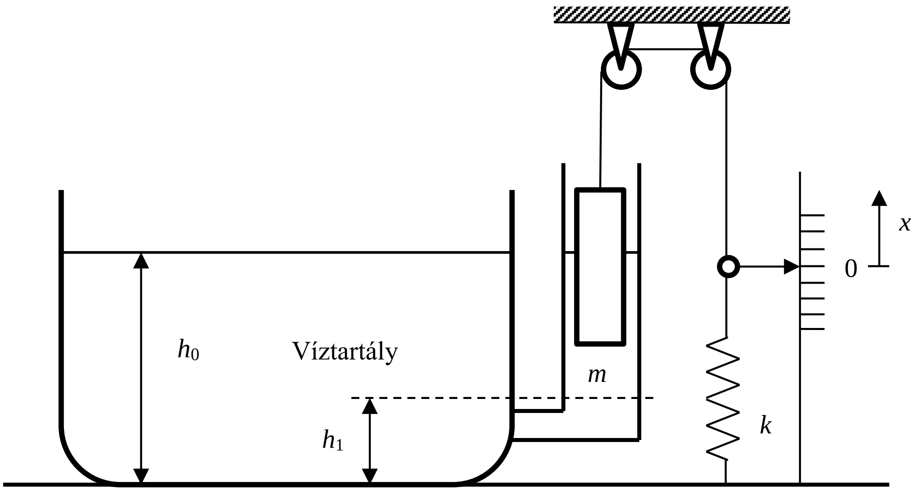
e) Határozza meg V2 autó d_{10} és V3 autó d_{20} távolságát a kereszteződéstől (lásd a D–1 ábrát) abban a pillanatban, amikor V1 autó A-ból indul, a kihajtásának pedig biztonságosnak kell lennie.

f) Milyen eredményekre vezetne e) feladat megoldása, ha az úttest vizes lenne?

A feladatot általánosan, majd a megadott értékekre oldja meg, a nehézségi gyorsulás g = 9,8 m·s^{-2}.

5. Folyadékszint – mérés

A D–5 ábrán egy folyadékszint mérésére szolgáló eszköz vázlatát láthatjuk. A tartály alsó részéből egy függőleges helyzetű mérőhenger van kivezetve. A hengerben levő vízbe egy m = 100 g tömegű, H = 10 cm magasságú, fonálra függesztett alumínium henger merül. A fonál a két csigán átvezetve egy k rugóállandójú rugóhoz kapcsolódik. A szintmérő mutatója a fonálhoz van rögzítve. A mutató jelezte x értékből lehet következtetni a tartály szintjére. A tartályban levő folyadék ún. „normál szintje" h_0 = 1,2 m, ilyenkor a mutató nulla szintet jelez.



D–5 ábra

Amikor a vízszint a tartályban h_1 = 40 cm-es minimális szintre csökken, a henger kiemelkedik a vízből, olyan módon, hogy az alja éppen érinti a víz felszínét, de nem ér hozzá a mérőhenger aljához. A mutató ilyenkor x_1 = 50 mm értéket jelez.

a) Határozza meg az alumíniumhenger d átmérőjét!
b) Határozza meg a k rugóállandót!
c) Bizonyítsa be, hogy a mutató x kitérése a folyadékszint h_0 értékről történő Δh csökkenésének lineáris függvénye, a mutató mozgásának teljes $0 \le x \le x_1$ intervallumában. Határozza meg továbbá a $p = x/\Delta h$ arányt (a mérőműszer állandója).

A feladatot általánosan, majd a megadott értékekre oldja meg, a nehézségi gyorsulás g = 9,8 m·s^{-2}, a víz sűrűsége ρ_v = 1 000 kg·m^{-3}, az alumínium sűrűsége ρ_{Al} = 2 700 kg·m^{-3}. A fonál, valamint a rugó tömegét ne vegye figyelembe!

6. Űrszonda a Hold körüli pályán

A Hold felszíne felett h = 50 km-es magasságban kering az S űrszonda. A Hold felszínéről úgy kell fellőni egy kisméretű K konténert, hogy találkozzon az S szondával. Fontos, hogy a találkozáskor a lehető legkisebb legyen a két objektum relatív sebessége. A gyakorlatban ez olyan módon érhető el, hogy a konténert a Hold felszínével párhuzamosan indítják a szonda keringésének síkjában.

a) Határozza meg az S szonda v_s sebességét, valamint keringésének T_s periódusát!
b) Határozza meg a K konténer v_1 legkisebb indítási sebességét, hogy találkozhasson a szondával, valamint a konténernek a v_2 sebességét a találkozás pillanatában. Határozza meg a $\Delta v = v_2 - v_s$ relatív sebességet a találkozás pillanatában! Készítsen ábrát a testek mozgásáról!
c) Jelöljük A-val azt a pontot, ahonnan a konténert indítják, C-vel pedig a szonda pályájának azt a pontját, amely A fölött van. Mikor kell indítani a konténert, mekkora Δt idővel korábban, vagy később, ahhoz képest, amikor a szonda áthalad a C ponton? Határozza meg továbbá azt a t_k időt, amely eltelik a konténer indítása és a találkozás között.

A feladatot először általánosan, majd a következő értékekre oldják meg: a Hold tömege $M = 7{,}35\times10^{22}$ kg, a Hold sugara R = 1 738 km, a gravitációs állandó $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N·m^2.kg^{-2}.
A környező testek hatását, valamint a Hold mozgását ne vegye figyelembe!

7. A légellenállás vizsgálata – *kísérleti feladat*

Feladat:
A légellenállás vizsgálata különféle alakú testek szabadesésénél.

Segédeszközök:
Mérőszalag (mérőrúd), kamera vagy kamerával ellátott fényképezőgép, mérleg, a leírás alapján elkészített testek.

A mérés menete:

a) A légellenállás hatásának megfigyelésére kisméretű, könnyű testeket használjon. Próbálkozhat kb. 2 cm méretű polisztirolból kifaragott golyóval, hengerrel, esetleg kockával, az sem baj, ha nem teljesen szabályosra sikerül a kiformázás. Az összehasonlító mérésekhez használjon kb. azonos kiterjedésű, nagyobb sűrűségű testeket (pl. fémgolyókat, kavicsokat, stb.).

b) A testek tömegét laboratóriumi mérleg segítségével a lehető legpontosabban határozza meg!

c) A testeket kb. $h = 2\ m$ magasságból ejtse!

d) A szabadon eső testek pályája mellé helyezze el a mérőszalagot!

e) Filmezze le a szabadesést, majd a felvételt töltse be a számítógépébe! Az állomány tulajdonságai között keresse meg a másodpercenkénti felvételek számát (fps – frame per second). Az esetek többségében ez az érték 24 fps, azaz $\Delta t = 1/24\ s$ időközönként követik egymást a felvételek. A felvétel elemzésére használja a Movie Editor alkalmazást. Ha a gépünkben nem található, töltsünk le valamilyen ingyenes alkalmazást, pl. Wondershare Filmora. Az alkalmazás lehetővé teszi a felvételek egyesével történő szemlélését.

f) Elemezze a polisztiroltest f1) illetve a súlyosabb test f2) szabadesését, olyan módon, hogy az egymást követő képkockák között leolvassa a testek elmozdulásának nagyságát. A vizsgált testekhez tartozó t_i esésidőket és a hozzájuk tartozó s_i befutott utakat foglalja táblázatba (mivel a teljes esésidő kb. 1 s, kb. 20 képkocka esedékes).

g) A táblázat következő oszlopába a $v_i = (s_i - s_{i-1})/(t_i - t_{i-1})$ sebességeket, ill. egy újabb oszlopába az $a_i = (v_i - v_{i-1})/(t_i - t_{i-1})$ gyorsulásokat írja be.

h) A táblázat adatait felhasználva készítse el az út – idő $s = f_1(t)$, illetve a sebesség – idő $v = f_2(t)$ grafikonokat. A grafikonokba rajzolja be az $s = ½\ g\ t^2$ ill. a $v = g\ t$ elméletileg adódó görbéket is. Döntse el, hogy mikor lehet, ill. mikor nem lehet a légellenállás hatásától eltekinteni.

i) Rajzolja meg az $F = f_4(v)$ függvény grafikonját, azaz a testre ható eredő erő függését a sebességtől. Elméleti megfontolások alapján ez az eredő erő $F = F_k - a\ v^n$ alakú, ahol F_k egy állandó összetevő, a és n pedig állandók. A függvénygörbe elemzéséből határozza meg F_k, a, n értékeket. Az F_k - ra kapott értéket mindkét esetben vesse össze az $F_g = m\ g$ értékkel.

Megj.: A függvények elemzésénél gyakran használjuk a függvény linearizációjának módszerét. Ha megrajzoljuk az F(v) függvényt, észrevehetjük, hogy kicsi sebességértékeknél az F erő értéke F_k értékhez közelít. Ezek után megvizsgáljuk az $F = F_k - a\ v^n$ függvényt. Logaritmizáljuk ezt a függvényt: $\log\{F - F_k\} = \log\{a\} + n \log\{v\}$. Vezessünk be új változókat; legyen $y = \log\{F - F_k\}$, $x = \log\{v\}$. Ilyen módon egy egyenes egyenletét kapjuk; $y = A + n\ x$. Rajzolják meg a grafikont és a grafikonba rajzolják be az illeszkedő egyenest, majd határozzák meg n és A értékeit, ill. $a = 10^A$ értéket!

60. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy domáceho kola kategórie D*

Autori návrhov úloh: Ľubomír Konrád (1-3), Ivo Čáp (4 -7)

Recenzia a úprava úloh a riešení: Daniel Kluvanec, Ľubomír Mucha

Preklad textu úloh do maďarského jazyka: Anikó Hevesi

Redakcia: Ivo Čáp

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019